



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0097045
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 12월 26일
Date of Application DEC 26, 2003

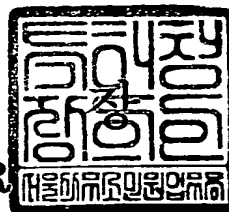
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2004 년 03 월 02 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.12.26
【발명의 명칭】	자기유지 중앙지지대를 갖는 미세 전자기계적 스위치 및 그의 제조방법
【발명의 영문명칭】	Self-sustaining center-anchor microelectromechanical switch and method of fabricating the same
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이재우
【성명의 영문표기】	LEE, Jae Woo
【주민등록번호】	720503-1526211
【우편번호】	305-350
【주소】	대전광역시 유성구 가정동 236-1 ETRI 기숙사2층 303호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강성원
【성명의 영문표기】	KANG, Sung Weon
【주민등록번호】	640202-1820913
【우편번호】	305-323
【주소】	대전광역시 유성구 갑동 387-176
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM, Yun Tae

【주민등록번호】 570415-1067426
【우편번호】 305-345
【주소】 대전광역시 유성구 신성동 한올아파트 110-106
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
신영무 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 9 면 9,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 16 항 621,000 원
【합계】 659,000 원
【감면사유】 정부출연연구기관
【감면후 수수료】 329,500 원
【기술이전】
【기술양도】 희망
【실시권 허여】 희망
【기술지도】 희망
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 전자 시스템에서 신호의 전달을 제어하기 위해 사용하는 정전기력으로 구동되는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세 전자기계적 스위치에 관한 것으로, 자기유지 중앙지지대를 삽입시켜 제조 공정과 동작과정에서 발생하는 이동판의 변형을 억제하고 상부전극의 접지선 접촉현상을 개선시킬 수 있으므로 신뢰성을 향상시킬 수 있게 되고, 종래 기술의 미세전자기계적 스위치에 비해 삽입손실은 기존 특성을 유지하면서 신호분리 특성을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

【대표도】

도 4

【색인어】

미세전자기계적시스템(MEMS), 미세전자기계적 스위치(Micro-electromechanical switch), 지지대(anchor)

【명세서】

【발명의 명칭】

자기유지 중앙지지대를 갖는 미세 전자기계적 스위치 및 그의 제조방법 {Self-sustaining center-anchor microelectromechanical switch and method of fabricating the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1a은 종래 기술의 캔틸레버 형태 미세전자기계적 스위치의 일예를 설명하기 위한 평면도이고, 도 1b는 도 1a의 미세전자기계적 스위치의 A1-A2 부분을 절취한 단면도이다.

도 2a 및 도 2b는 종래 기술의 캔틸레버 형태 미세전자기계적 스위치의 동작 상태를 도시한 단면도이다.

도 3는 종래기술의 멤브레인 형태 미세 전자기계적 스위치의 일예를 설명하기 위한 사시도이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 자기유지 중앙 지지대 미세전자기계적 스위치의 사시도를 나타낸 것이고, 도 5, 도 6a 및 도 6b는 각각 도 4의 평면도, B1-B2선 및 C1-C2선을 따라 절단한 부분의 단면도들이다.

도 7a 내지 도 7g는 에 개략 단면도들은 도 4의 C1-C2선을 따라 절개한 부분의 단면도들이다.

도 8은 본 발명의 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치를 실제로 제작한 제작예의 전자현미경 사진이다.

도 9는 실제 제작된 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 샘플을 측정한 RF 특성치를 나타낸 그래프이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1, 40, 100: 기관 | 2: 하부전극 |
| 3, 42, 120: 신호선 | 4, 43: 지지대 |
| 5: 캔틸레버 암 | 6, 46, 140: 상부전극 |
| 7, 142: 접촉메탈 | 8: 캐패시터 구조 |
| 41: 접지면 | 44, 45: 힌지 |
| 110: 자기유지 중앙지지대 | 111: 모서리지지대 |
| 112, 113: 전극지지대 | 120: 전송선 |
| 121: 접지선 | 122: 절연체 |
| 125: 희생층 | 130: 유전체 이동판 |
| 141: 스위칭부 | 151: 파도모양 패턴 |
| 152: 직사각형 패턴 | 153: 바둑판 패턴 |

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<20> 본 발명은 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세 전자기계적 스위치 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 고주파 대역의 전자 시스템에서 신호의 전달을 제어하기 위해 사용하는 정전기력으로 구동되는 자기유지 중앙지지대(self-sustaining center-anchor) 미세 전자기계적(MEMS) 스위치에 관한 것이다.

- <21> 고주파 대역의 전자 시스템 내에서 신호를 제어하기 위하여, 집적화가 용이한 FET(Field Effect Transistor) 또는 편 다이오드(p-i-n diode)와 같은 반도체 스위치들이 사용되고 있으나, 각 반도체 소자들은 높은 삽입 손실(high insertion loss), 낮은 신호분리 특성(low isolation loss), 신호 왜곡(signal distortion) 등의 문제점들을 가지고 있기 때문에 최근 미세전자기계적 스위치에 대한 연구가 널리 진행되고 있다.
- <22> 미세전자기계적 스위치는 일반적으로 기판에 대해 상대적으로 운동하는 미소의 운동요소와, 이러한 운동요소를 구동시키는 구동요소로 이루어진다. 구동요소는 서로 대향하도록 위치된 두개의 전극을 갖고, 운동요소는 기판에 대해 평행한 방향 또는 수직인 방향으로 운동하거나, 기판에 대해 소정의 각도 범위 내에서 회전 운동하도록 구성되어 구동요소에 인가되는 전압에 의해 발생하는 정전기력에 따라 운동요소가 구동함으로써 스위칭 동작이 이루어진다.
- <23> 도 1a은 종래 기술의 캔틸레버 형태 미세전자기계적 스위치의 일예를 설명하기 위한 평면도이고, 도 1b는 도 1a의 미세전자기계적 스위치의 A1-A2 부분을 절취한 단면도이다. 이 종래기술에 의한 캔틸레버 형태 미세전자기계적 스위치는 미국특허 제5,578,976호에 개시되어 있다.
- <24> 기판(1) 상에는 하부전극(2) 및 신호선(3)이 형성되고, 기판(1)에 고정된 지지부(4)에 의해 지지되는 캔틸레버 암(cantilever arm; 5)이 하부전극(2) 및 신호선(3)의 상부에 위치된다. 캔틸레버 암(5)의 상부에는 상부전극(6)이 형성되고, 종단의 하부에는 신호선(3)의 끊어진 부분을 연결시키기 위한 접촉부(7)가 형성된다. 캔틸레버 암(5)과 상부전극(6)은 중간 부분이 다른 부분보다 좁게 형성되어 캔틸레버 암(5)의 종단부가 일정한 탄성을 가진다.
- <25> 상부전극(6) 및 하부전극(2)에 소정의 구동전압을 인가하면 상부전극(6)과 하부전극(2)이 중첩된 캐패시터 구조(capacitor structure; 8) 부분에서 발생하는 정전기력에 의해 캔틸레

버 암(5)이 하부로 휘어지고, 이에 따라 접촉부(7)가 신호선(3)의 끊어진 부분을 연결시켜 스위칭 동작을 이룬다

<26> 도 2a 및 도 2b는 종래 기술의 켄틸레버 형태 미세전자기계적 스위치의 동작 상태를 도시한 단면도이다.

<27> 도 1a 에 도시된 미세전자기계적 스위치는 서로 유사한 켄틸레버 형태를 가지며, SPDT(Single Pole Double Throw) 방식으로 동작한다. 이 미세전자 기계적 스위치는 입력부 및 출력부에 각각 연결된 신호선(내부배선)과 접촉부(단락바)가 서로 직각으로 위치되며, 켄틸레버 암(유전막)이 일측부에서만 지지되기 때문에 제조 공정 또는 동작 과정에서 켄틸레버 암(유전막)이나 상부전극(상부 제어전극)이 열팽창에 의해 변형되는 경우 도 2a와 같이 수직 운동을 이루지 못하고 도 2b와 같이 뒤틀린 상태로 운동하기 때문에 신호선(내부배선)과 접촉부(단락바)의 접촉이 불량해진다. 이러한 접촉 불량은 신호선의 접촉저항을 증가시키거나 신호의 전달을 불안정하게 하여 신뢰성을 저하시킨다.

<28> 도 3는 종래기술의 멤브레인 형태 미세 전자기계적 스위치의 일예를 설명하기 위한 사시도이다. 이 종래기술에 의한 멤브레인 형태 미세전자기계적 스위치는 대한민국 등록특허공보 제10-0339394호에 개시되어 있다.

<29> 기판(40) 상에 두개의 접지면(41)이 소정 거리 이격 되어 형성되고, 접지면(41)의 사이에는 신호선으로 이용되는 두 개의 하부전극(42)이 형성된다. 각각의 접지면(41)에는 지지대(43)에 의해 일정한 탄성을 갖도록 지지되는 힌지(44 및 45)가 연결되며, 하부전극(42)을 포함하는 상부에는 힌지(44)와 힌지(45)에 의해 상, 하로 운동 가능하도록 연결된 상부전극(46)이 위치된다.

- <30> 하부전극(42) 및 접지면(41)에 소정의 구동전압을 인가하면 하부전극(42)과 상부전극(46) 간에 발생하는 정전기력에 의해 상부전극(46)이 하부로 이동하고, 이에 따라 상부전극(46)이 하부배선(42)을 서로 연결시켜 스위칭 동작을 이룬다.
- <31> 도 3의 멤브레인 형태 미세전자기계적 스위치는 이동판 역할을 하는 상부전극(46)이 접지면(41)과의 정전기력에 의해 하부로 이동하여 신호선으로 이용되는 하부전극(42)을 연결시킨다. 따라서 제조 공정 혹은 동작 과정에서 열팽창에 의해 금속으로 이루어진 상부전극(46)의 표면이 변형될 경우 이동판이 신호선과 완전히 접촉하지 못하고 영구적으로 개방(open)되는 문제를 일으키며, 좁은 간격으로 유지되는 상부전극(46) 및 하부전극(42)에 스틱션(stiction)이 발생하여 스위치의 안정성 및 신뢰성이 감소된다.
- <32> 이러한 멤브레인 형태 미세전자기계적 스위치의 결점은 멤브레인의 변형과 스틱션(stiction) 문제이다. 이동판 및 힌지가 열팽창에 의해 변형되면 정전기력에 의해 이동판이 움직일 때 기판에 대해 평행하게 운동하지 못한다. 이는 이동판 및 힌지에 비해 열팽창률이 매우 작은 기판에 지지대가 고정되기 때문에 지지대들 간의 거리가 거의 변하지 않는 상태에서 이동판 및 힌지가 크게 열팽창함으로써 야기된다. 열팽창에 의해 이동판과 힌지의 연결 부분에는 큰 응력이 발생되는데, 이 부분에서 영구 변형이 일어나게 된다. 결국, 이동판의 변형에 따라 기판으로부터 이동판이 비정상적으로 멀어지거나 한쪽으로 기울어져 정상적인 스위칭 동작을 이룰 수 없게 되며, 이동판이 기판에 가깝게 내려 앉은 경우에는 이동판의 접점부가 신호선에 영구 접촉되는 문제가 발생된다.
- <33> 또한, 정전기력을 발생시키기 위한 양 전극 간의 간격은 수 마이크로미터 정도로 매우 가깝게 유지되기 때문에 구동요소가 인접하는 다른 고정요소에 들어붙는 스틱션 문제가 유발되기 쉬우며, 이는 스위치의 동작 및 신뢰성에 있어 매우 중요한 결함으로 작용한다.

<34> 상술한 바와 같이 종래의 미세전자기계적 스위치는 캔틸레버 혹은 멤브레인 형태로 구성되기 때문에 구조적 단점인 열적 변형과 스틱션의 문제점을 갖는다. 이러한 문제점은 기존의 반도체 스위치가 갖는 높은 삽입손실, 낮은 신호차단, 신호왜곡 등을 개선하기 위해 사용하는 미세전자기계적 스위치의 신뢰성 및 신호분리 특성에 많은 영향을 미친다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<35> 따라서, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 상기 스위치의 캔틸레버 및 멤브레인의 구조적 형태에서 발생하는 열적변형과 스틱션 문제를 개선하고자 창출된 것이다.

<36> 본 발명의 다른 목적은 자기유지 중앙지지대를 삽입시켜 제조 공정과 동작과정에서 발생하는 이동판의 변형을 억제하고 상부전극의 접지선 접촉현상을 개선시킬 수 있으므로 신뢰성을 향상시키고, 기존 미세전자기계적 스위치에 비해 신호선 간격이 훨씬 크므로 삽입손실은 기존 특성을 유지하면서 신호분리 특성을 크게 향상시키는 미세전자기계적 스위치를 제공하는 데 있다.

<37> 본 발명의 또 다른 목적은 캔틸레버 형태 및 멤브레인 형태의 구조적 특성이 상호 보완된 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치 및 그의 제작 방법을 제공한다.

<38> 본 발명의 또 다른 목적은 제조 공정 또는 동작 과정에서 발생하는 열적 변형에 덜 민감하고, 멤브레인의 스틱션 문제가 방지되어 안정적으로 동작하며 전송선의 간격이 상대적으로 크기 때문에 신호분리 특성이 뛰어나며, 제조시 고수율을 얻을 수 있도록 한다.

<39> 본 발명의 또 다른 목적은 상기 스위치를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<40> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일측면은 기판 상에 일정한 간격을 두고 형성되고, 입력부분과 출력부분을 갖는 전송선들; 상기 전송선들의 양측에 형성되는 접지선들; 상기 기판상에 형성되어 단락 동작시 전송선을 전기적으로 연결 시켜주는 스위칭부를 포함하는 유전체 이동판; 상기 전송선들의 중앙에 형성된 자기유지 중앙지지대를 포함하여, 상기 유전체 이동판을 기판에 지지하기 위한 지지대; 및 상기 유전체이동판 상부에 위치하며 상기 접지선에 대해 구동전극으로 작용하는 상부전극들을 포함하되, 상기 상부전극 및 상기 접지선에 인가되는 전압 차에 의해 발생하는 상기 유전체 이동판의 힘에 의해서 상기 스위칭부가 동작하여 상기 전송선들을 스위칭하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치를 제공한다.

<41> 본 발명의 다른 측면은 기판 상에 절연체로 박막을 형성한 후 소정의 마스크를 이용하여 패터닝하는 단계; 패터닝된 일부분에 전송선들 및 접지선들을 형성하는 단계; 상기 전송선들 및 접지선들 상에 희생층을 매립하고 패터닝하여 자기유지 중앙지지대를 포함하는 지지대들을 형성하는 단계; 상기 희생층 상부에, 단락 동작시 전송선을 전기적으로 연결 시켜주는 금속으로 된 스위칭부를 형성하는 단계; 상기 지지대들에 의해 상기 전송선과 접지선이 스위칭부와 상부전극에 대해 일정 간격 유지 할 수 있게 해주는 유전체이동판을 형성하는 단계; 상기 유전체이동판 상에 상기 접지선에 대해 구동전극으로 작용하는 상부전극들 형성하는 단계; 및 상기 유전체이동판과 전송선사이에 형성된 희생층을 제거하는 단계를 구비하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법을 제공한다.

<42> 바람직하게는, 전송선의 개회로를 형성하는 공간은 스위치의 개방상태에서 신호분리 특성을 개선하기 위해서 큰 공간을 갖도록 구성한다.

- <43> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하기로 한다.
- <44> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 자기유지 중앙 지지대 미세전자기계적 스위치의 사시도를 나타낸 것이고, 도 5, 도 6a 및 도 6b는 각각 도 4의 평면도, B1-B2선 및 C1-C2선을 따라 절단한 부분의 단면도들이다.
- <45> 도 4를 참조하면, 반도체 또는 유전체 기판(100)상에 입력부분 전송선(120)과 출력부분 전송선(120)이 일정한 간격을 두고 형성되어 있으며, 전송선(120)들 양쪽에는 평행한 유전체 이동판(130)을 형성하기 위해 절연체(122)가 형성되어 있고 절연체(122) 양쪽으로 접지선(121)들이 형성되어 있다.
- <46> 입력부분 전송선(120)과 출력부분 전송선(120)은 자기유지 중앙지지대(110)를 사이에 두고 일정 간격을 유지하며, 전송선(120) 양측 상방에는 하방으로 휘어져 전송선(120)을 전기적으로 연결하는 상부전극(140)과 스위칭부(141)가 유전체 이동판(130) 위에 형성되어 있고 스위칭부(141) 양쪽 종단부는 돌출된 접촉 메탈(142)를 형성하고 있다.
- <47> 상기 자기유지 중앙지지대(110)를 중심으로 전송선(120) 양쪽에는 전극지지대(112, 113)가 형성되어 있으며, 유전체 이동판(130)을 지지하기 위해서 모서리지지대(111)가 이동판 모서리 부분에 형성되어 있다. 유전체 이동판(130)이 상대적으로 낮은 동작전압에서 작동하기 위해서 모서리 지지대(111)와 유전체이동판(130)사이에 파도모양 패턴(151)이 형성되었으며, 파도모양 패턴(151)과 대응되는 직사각형 패턴(152)이 자기유지 중앙지지대(110)와 유전체이동판(130) 사이에 형성된다. 상기 유전체이동판(130)이 열적변형에 강하고 균일하게

상하운동을 하기 위해서 파도모양 패턴(151)과 직사각형 패턴(152)사이 바둑판모양 패턴(153)이 형성된다. 자기유지 중앙지지대(110)는 제조 및 동작과정에서 발생되는 유전체 이동판(130)의 열적변형을 억제하는 역할도 수행한다. 모서리 지지대들(111) 또한 열적변형을 방지하는 역할을 한다.

<48> 상부전극(140)과 접지선(121) 사이의 정전기력에 의해 유전체이동판(130)이 상대적으로 낮은 동작전압에서 작동하기 위해서는 모서리지지대(111)와 유전체 이동판(130) 사이에 파도모양의 패턴을 삽입하는 것이 바람직하다. 또한, 파도모양 패턴과 대응되는 직사각형 패턴이 자기유지 중앙지지대와 유전체 이동판 사이에 삽입되는 것이 바람직하다.

<49> 상기 유전체 이동판(130)이 정전기력에 의해 동작할 때 유전체 이동판(130) 전체가 열적변형에 강하고 균일하게 상하운동을 하기 위해서는 유전체 이동판(130) 내에 바둑판 모양 패턴을 삽입하는 것이 바람직하다.

<50> 상기 실시예의 작용을 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 스위치의 동작을 위해 상부전극(140) 및 접지선(121)에 소정의 직류(DC) 구동전압을 인가하면 상부전극(140) 및 접지선(121)이 중첩되는 구동영역에서 정전기력이 발생한다. 정전기력에 의해 상부전극(140)과 RF접지선(121) 간에 인력이 발생되는데, 접지선(121)은 기판(100)에 고정되어 있기 때문에 탄성을 갖는 유전체이동판(130)이 접지선(121) 방향으로 휘어지고, 이와 같은 이동판(130)의 휨에 의해 스위칭부(141)의 접촉메탈(142)이 끊어진 두 전송선(120)을 연결시켜줌으로써 전송선(120)을 통한 신호의 흐름이 이루어진다. 이 때 상부전극(140)과 접지선(121) 사이에는 유전체 이동판(130)이 존재하기 때문에 직접적인 전기적 접촉은 이루어지지 않는다.

- <51> 반대로, 소정의 직류(DC) 구동전압이 제거되면, 유전체 이동판(130)이 가지는 스프링 상수에 의한 복원력 때문에 스위칭부(141)의 접촉메탈(142)이 상방으로 이동하여 전송선(120) 양쪽의 연결이 개방되어 신호흐름이 차단된다.
- <52> 상기 스위치의 신호분리 특성은 입력과 출력의 전송선들(120)의 간격에 의한 커플링 캐패시턴스 값과 전송선(120)들과 전송선들 양쪽 종단의 상방에 위치한 접촉메탈(142)간의 중첩된 부분의 커플링 캐패시턴스 값의 합에 의해 결정된다. 그러므로 우수한 신호분리 특성을 얻기 위해서는 전송선(120)에 대한 접촉메탈(142)의 상방 간격과 마찬가지로 입력과 출력의 전송선들(120)의 간격도 고려해야 된다.
- <53> 자기유지 중앙지지대(110) 미세전자기계적 스위치의 전송선들(120)의 간격은 기존의 미세전자기계적 스위치의 간격 보다 훨씬 크게 형성할 수 있으므로 전송선에 대한 접촉메탈(142)의 상방 간격을 일정하게 유지한다면 상대적으로 매우 우수한 신호분리 특성을 얻을 수 있다.
- <54> 모서리지지대(111)와 자기유지 중앙지지대(110) 사이에 있는 유전체이동판(130)의 유효한 구조적 스프링 상수는 자기유지 중앙지지대(110)가 없는 종래의 미세전자기계적 스위치의 스프링 상수보다 상대적으로 크다. 그러므로 자기유지 중앙지지대(110)가 없는 종래 기술의 미세전자기계적 스위치는 보다 낮은 구동전압으로 스위치를 동작시킬 수 있다.
- <55> 그러나 종래 기술에 의한 미세전자기계적 스위치는 이동판이 양쪽에서 고정 되고 중앙부분에는 지지 되지 않기 때문에 유전막과 금속막 사이의 열적 변형에 민감하며, 유전체이동판과 접지선간의 거리가 감소 될 수 있어 상부전극이 다른 고정요소에 들어 붙는 스틱션 문제가 쉽게 발생 된다. 이러한 스틱션 문제는 수 마이크로미터의 간격으로 유지되는 이동판과 기판 사

이에 습기나 제조 공정시 발생된 이물질 등이 존재함으로써 발생되며 스위치의 동작 특성을 불안정하게 만드는 요인으로 작용한다.

<56> 따라서 일정한 동작전압을 유지하면서 스틱션을 방지하고 안정하게 동작하기 위해서 자기유지 중앙지지대(110)을 유전체이동판(130) 중앙에 삽입하고 모서리지지대(111)와 유전체이동판(130)사이에는 유효한 스프링 상수를 낮게 해주는 파도모양 패턴(151)을 삽입하고 이에 대응되는 직사각형 패턴(152)은 유전체이동판(130)과 자기유지 중앙지지대(110) 사이에 삽입해준다.

<57> 또한, 유전체이동판(130)이 열적변형에 강하고 균일하게 상하운동을 할 수 있도록 상기 파도모양 패턴(151)과 직사각형 패턴(152)사이에는 바둑판모양 패턴(153)을 삽입하여 준다.

<58> 유전체이동판(130)의 형상은 다양하게 변형되어 사용될 수 있다. 또한, 상기 실시예에서는 SPST(Single Pole Single Throw)를 나타낸 것으로 하나의 입력 전송선과 출력전송선으로 구성된 경우를 나타내었으나, 입력 전송선은 하나이며 출력신호는 둘 이상인 SPMT(Single Pole Multi Throw)에서도 확장하여 적용될 수 있음은 자명하다.

<59> 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 제조방법을 도 7a 내지 도 7g에 개략 단면도로 나타내었다. 도 7a 내지 도 7g는 도 4의 C1-C2선을 따라 절개한 부분의 단면도들이다. 이하, 도 4, 5, 6a, 6b, 도 7a 내지 도 7g를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 제조방법을 설명한다.

<60> 도 7a를 참조하면, 기판(100) 상에 1 μ m두께의 절연체(122)를 형성하여, 감광제를 도포하고 소정의 마스크를 이용하여 반응성 이온식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 습식식각(wet etching) 방법을 통해 패터닝 부분을 제거한다. 그 제거된 부분에 같은 두께의 박막 증착(deposition) 및 리프트 오프(lift-off) 공정으로 전송선(120) 및 접지선(도 6a의 121)을 형성한다. 그리고, 잔류한 절연체(22)는 전송선(120)들 양쪽에는 평행한 유전체 이동판(130)을 형성하기 위해 형성되어 있고 절연체(122) 양쪽으로 접지선(121)들이 형성되어 구조를 갖는다. 한편, 중앙부에 형성되는 전송선 (120)은 입력부 및 출력부에 각각 연결되어 소정 부분 즉, 스위칭부(141)에서 연결이 끊긴 모양으로 형성되며, 전송선(120) 및 접지선(도 6a의 121)은 금(Au)과 같은 귀금속(noble metal)으로 형성할 수 있다.

<61> 도 7b를 참조하면, 전송선(120) 및 접지선(도 6a의 121)위에 2 μ m 두께의 희생층(125)을 매립한 후, 유전체이동판(130)의 지지를 위해 자기유지 중앙지지대(110), 모서리지지대(111), 그리고 전극지지대(112,113)의 구역을 감광제 도포 후 소정의 마스크를 이용하여 반응성 이온식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 습식 식각(wet etching) 방법을 통해 형성한다.

<62> 도 7c를 참조하면, 각각의 지지대(110,111,112,113)들을 연결하는 유전체이동판(130)의 파도모양 패턴(151), 직사각형 패턴(152), 바둑판모양 패턴(153)을 형성하기 위해 감광제 도포 후 소정의 마스크로 반응성 이온 식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 습식 식각(wet etching) 방법을 통해 0.2 μ m두께의 패터닝을 형성한다.

<63> 도 7d를 참조하면, 희생층(125) 상에 스위칭부(141)의 접촉메탈(142)을 형성하기 위하여 감광제 도포 후 소정의 마스크로 반응성 이온 식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 습식 식각(wet etching) 방법을 통해 약 0.3 μ m두께의 패터닝을 한 후 같은 두께의 금속 박막 증착(deposition) 및 리프트 오프(lift-off) 공정으로 접촉메탈(142)을 형성한다.

- <64> 도 7e 처럼, 상기 지지대들(110, 111, 112, 113)에 의해 지지되며 상기 전송선(120)과 접지선(121)이 스위칭부(141)와 상부전극(140)에 대해 상하로 일정 간격 유지 할 수 있게 해주는 유전체이동판(130)을 형성한다. 이 경우, 0.4 μm 두께의 실리콘 질화막을 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 방법으로 형성하고 유전체이동판(130)을 패터닝한다.
- <65> 도 7f를 참조하면, 유전체이동판(130) 상에 전송선(120) 종단부와 일치되도록 스위칭부(141)를 도 7f의 형태로 형성하고 동시에 상부전극(140)을 스위칭부(141) 양쪽으로 각각 형성한다. 스위칭부(141) 및 상부전극(140)은 금속 박막 증착(deposition) 및 리프트 오프(lift-off) 공정으로 형성한다.
- <66> 도 7g를 참조하면, 상기 유전체이동판(130)과 전송선(120)사이에 형성된 희생층(125)을 반응성 이온 식각(RIE: Reactive Ion Etching) 또는 습식 식각(wet etching) 방법을 통해 제거한다.
- <67> 도 8은 본 발명의 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치를 실제로 제작한 제작예의 전자현미경 사진이다. 다만, 도 8에서는 유전체이동판의 형상이 도 4의 형상과 약간 상이하게 구성되어 있다.
- <68> 도 9는 상술한 방식으로 제조된 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 샘플을 사용하여 주파수 0.5 ~ 35 GHz범위에서 RF측정기계인 HP8510 network analyzer로 측정한 RF 특성치를 나타낸 그래프이다.
- <69> 도 9를 참조하면, 주파수 20 GHz에서 삽입손실은 -0.38 dB로 측정되었으며 신호분리특성은 -38 dB로 측정되었는데, 삽입손실은 종래 기술에 의한 미세전자기계적 스위치의 성능을

유지하면서 신호분리특성은 약 10 ~ 15 dB 정도 개선된 매우 우수한 RF 특성치를 보여주고 있다.

- <70> 따라서, 본 발명에 따르면 제조 공정 및 동작 과정에서 발생하는 열에 의한 변형에 덜 민감하고 접촉메탈과 전송선의 접촉이 안정적으로 이루어져 삽입손실 및 신호차단 특성이 우수하고, 안정적으로 동작하여 신뢰성이 우수한 미세전자기계적 스위치를 얻을 수 있다.
- <71> 이하의 실시예는 이 기술 분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로, 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예에 한정되는 것은 아니다.

【발명의 효과】

- <72> 상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, 종래의 캔틸레버(catilever) 혹은 멤브레인(membrane) 형태의 구조적 특성이 상호 보완된 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치를 얻을 수 있다.
- <73> 본 발명의 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치는 접촉메탈의 접촉부가 전송선과 동일한 방향으로 위치하여 제조 공정과 동작 과정에서 발생하는 열적 변형에 덜 민감하며, 자기유지 중앙지지대에 의한 상부전극의 접지선 접촉현상을 개선 시킬 수 있으므로 보다 안정적인 스위치로 동작할 수 있어 신뢰성을 향상시킬 수 있고, 종래 기술에 의한 미세전자기계적 스위치에 비해 신호선 간격이 훨씬 크므로 삽입손실은 기존 특성을 유지하면서 신호분리 특성을 크게 향상시키는 특징이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

기판 상에 일정한 간격을 두고 형성되고, 입력부분과 출력부분을 갖는 전송선들;

상기 전송선들의 양측에 형성되는 접지선;

상기 기판상에 형성되어 단락 동작시 전송선을 전기적으로 연결 시켜주는 스위칭부를 포함하는 유전체 이동판;

상기 전송선들의 중앙에 형성된 자기유지 중앙지지대를 포함하여, 상기 유전체 이동판을 기판에 지지하기 위한 지지대; 및

상기 유전체이동판 상부에 위치하며 상기 접지선에 대해 구동전극으로 작용하는 상부전극들을 포함하되,

상기 상부전극 및 상기 접지선에 인가되는 전압 차에 의해 발생하는 상기 유전체 이동판의 휨에 의해서 상기 스위칭부가 동작하여 상기 전송선들을 스위칭하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 전송선들은 입력과 출력 부분 사이에 자기유지 중앙지지대로 사용되는 개방된 전송선 부분을 구비하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 지지대들은 모서리 지지대들, 전극 지지대들을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

상기 모서리지지대들과 유전체이동판을 연결하는 부분에는 파도모양 패턴들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서, 상기 자기유지 중앙지지대와 유전체이동판을 연결하는 부분에는 사각형모양 패턴들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 전극지지대들과 유전체이동판을 연결하는 부분에는 바둑판모양 패턴들이 삽입되는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치.

【청구항 7】

기판 상에 절연체로 박막을 형성한 후 소정의 마스크를 이용하여 패터닝하는 단계;

패터닝된 일부분에 전송선들 및 접지선들을 형성하는 단계;

상기 전송선들 및 접지선들 상에 희생층을 매립하고 패터닝하여 자기유지 중앙지지대를 포함하는 지지대들을 형성하는 단계;

상기 희생층 상부에, 단락 동작시 전송선을 전기적으로 연결 시켜주는 금속으로 된 스위칭부를 형성하는 단계;

상기 지지대들에 의해 상기 전송선과 접지선이 스위칭부와 상부전극에 대해 일정 간격 유지 할 수 있게 해주는 유전체이동판을 형성하는 단계;

상기 유전체이동판 상에 상기 접지선에 대해 구동전극으로 작용하는 상부전극들 형성하는 단계; 및

상기 유전체이동판과 전송선사이에 형성된 희생층을 제거하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

상기 지지대들은 모서리 지지대들, 전극 지지대들을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 9】

제 7 항에 있어서,

상기 전송선들을 형성할 때 자기유지 중앙지지대를 형성하기 위해 입력과 출력 전송선 사이에 전송선을 삽입하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적

스위치의 제조방법.

【청구항 10】

제 7 항에 있어서, 상기 접지선들을 형성할 때 모서리지지대들을 형성하기 위한 접지선들과 절연된 모서리지지부들이 접지선들 내에 형성되는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 11】

제 7 항에 있어서, 상기 회생층 매립 후 자기유지 중앙지지대를 전송신호의 진행방향과 동일하게 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 12】

제 7 항에 있어서, 상기 회생층 매립 후 상기 유전체이동판의 모서리 부분에 모서리지지대들을 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대를 갖는 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 13】

제 7 항에 있어서, 상기 회생층 매립 후 상기 유전체이동판의 양쪽 옆에 정전기력을 가하기 위해 전극지지대들을 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적

스위치의 제조방법.

【청구항 14】

제 8 항에 있어서, 상기 희생층 상에 모서리지지대들과 유전체이동판을 연결하는 부분에 파도모양 패턴들을 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 15】

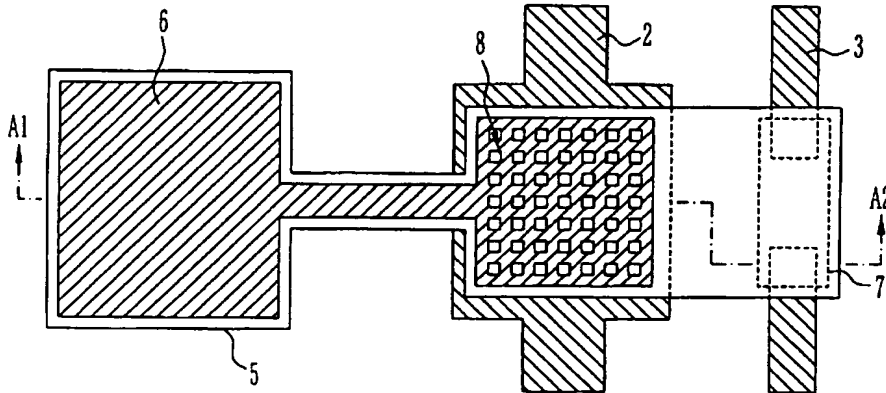
제 8 항에 있어서, 상기 희생층 상에 자기유지 중앙지지대와 유전체이동판을 연결하는 부분에 직사각형 패턴들을 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【청구항 16】

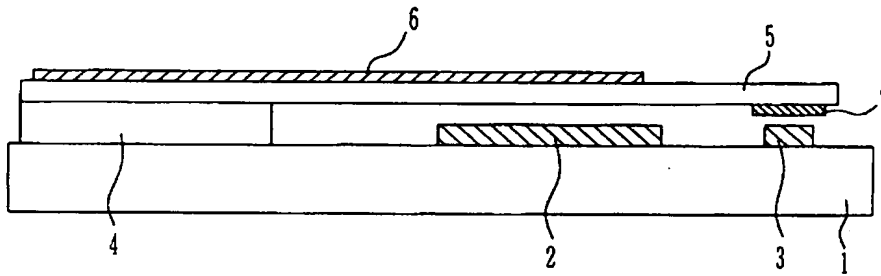
제 8 항에 있어서, 상기 희생층 상에 전극지지대들과 유전체이동판을 연결하는 부분에 형성된 바둑판모양 패턴들을 형성하는 것을 특징으로 하는 자기유지 중앙지지대 미세전자기계적 스위치의 제조방법.

【도면】

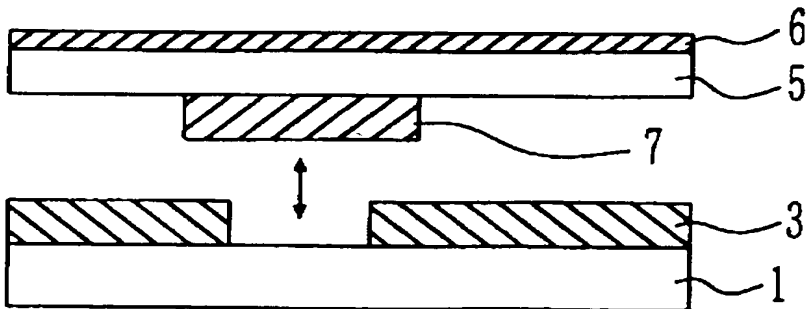
【도 1a】



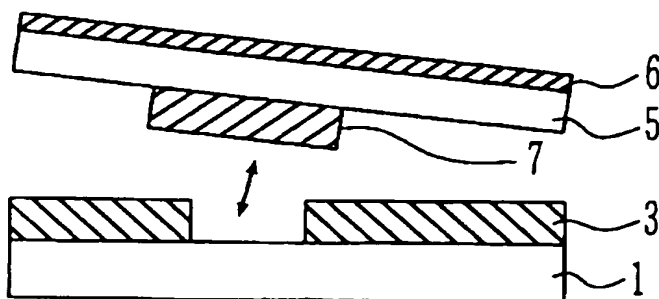
【도 1b】



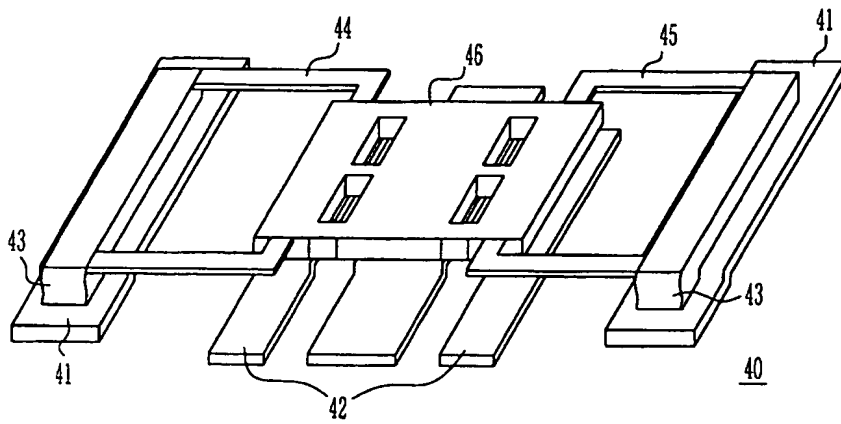
【도 2a】



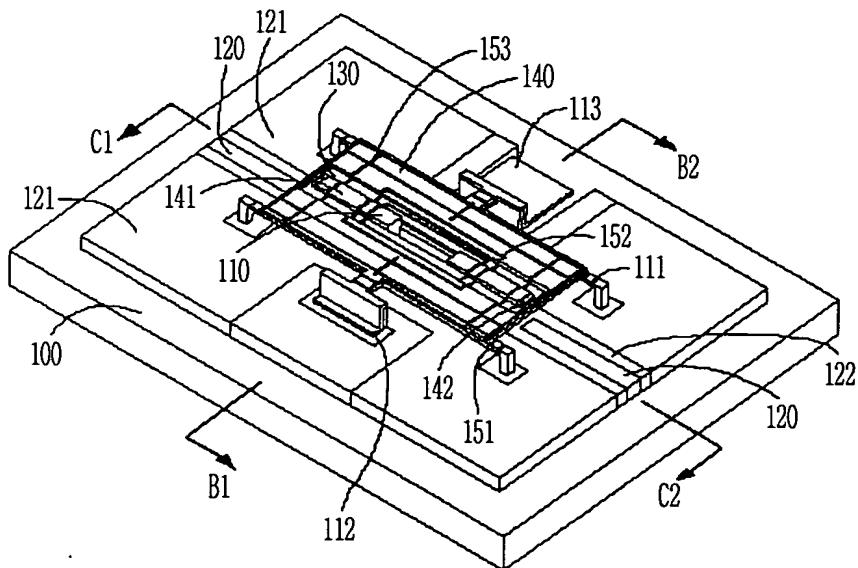
【도 2b】



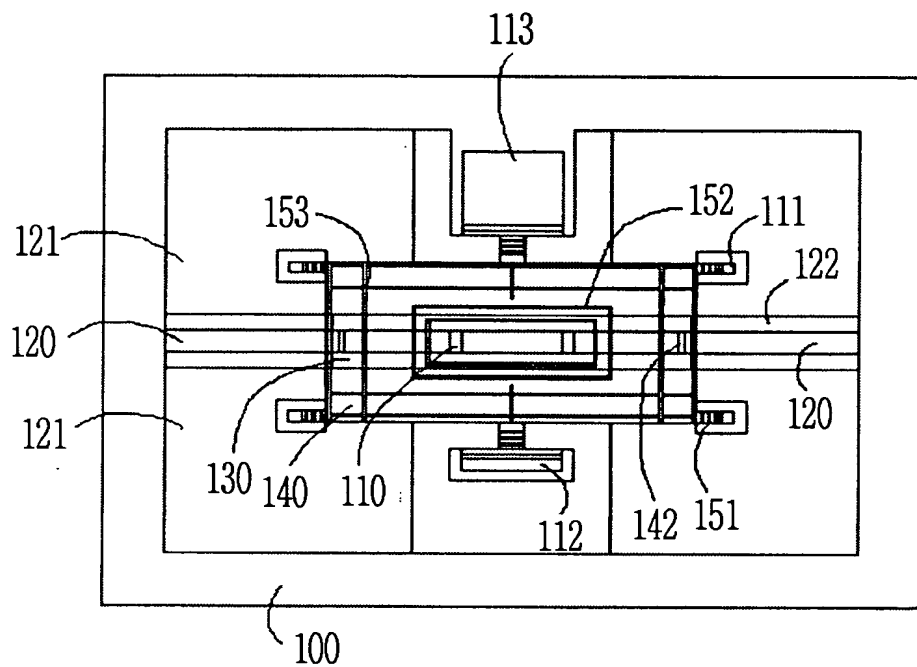
【도 3】



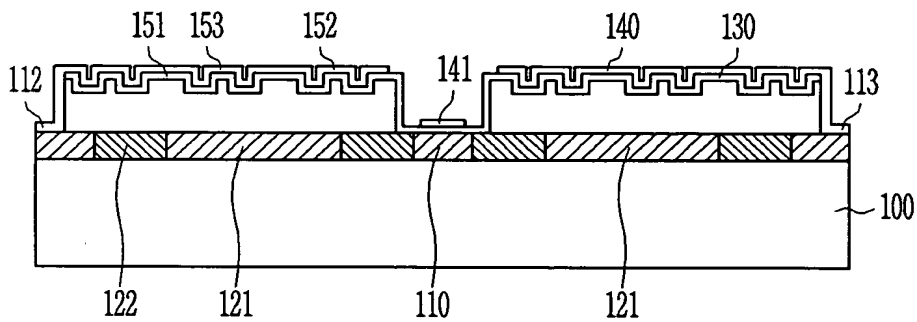
【도 4】



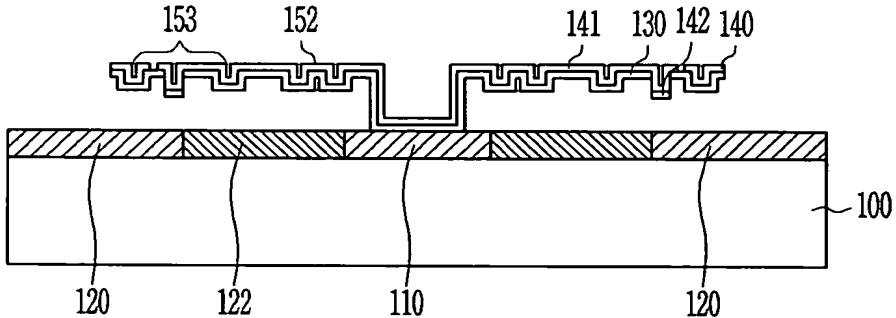
【도 5】



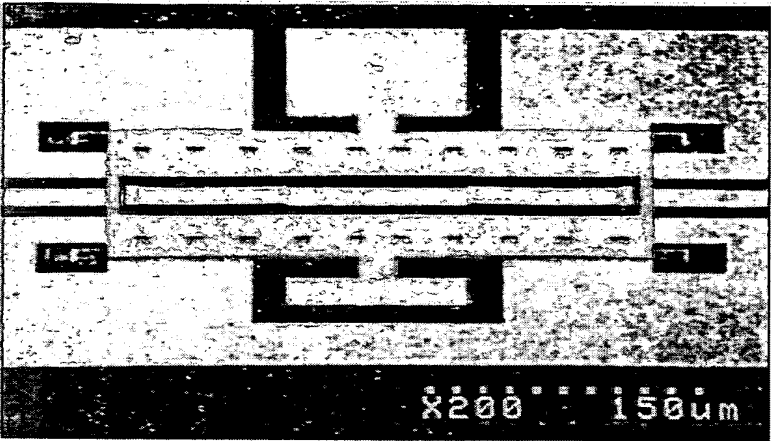
【도 6a】



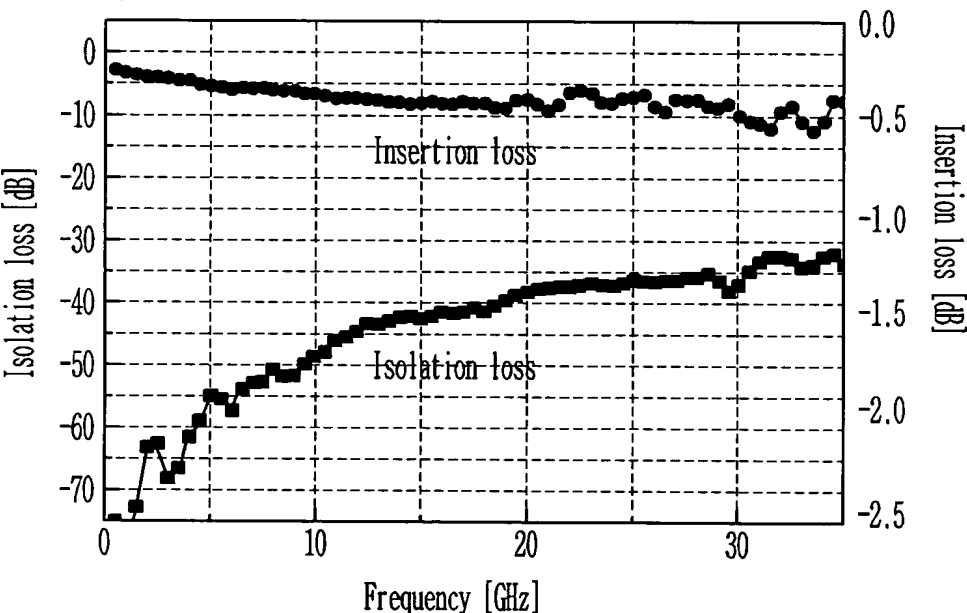
【도 6b】



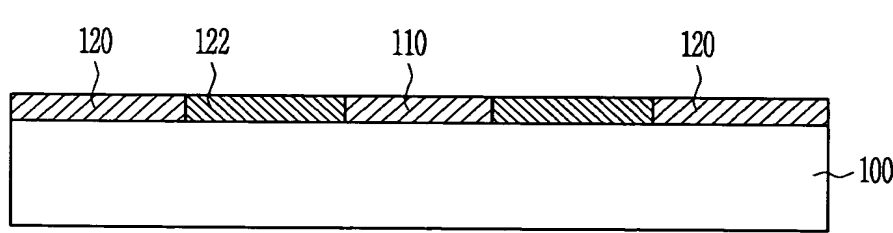
【도 7a】



【도 7b】

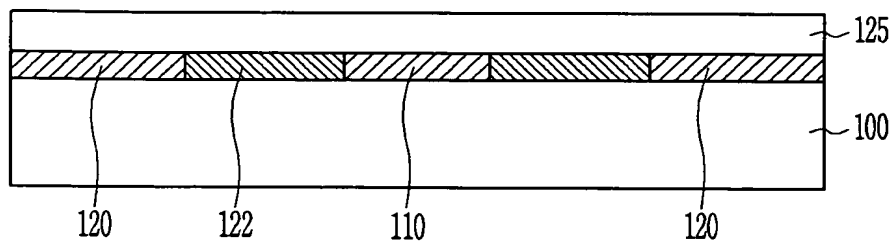


【도 8a】

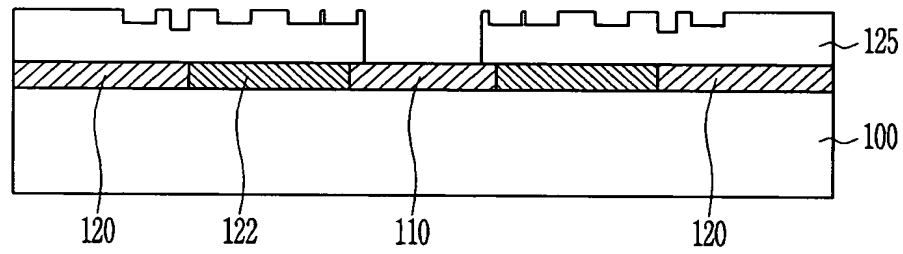




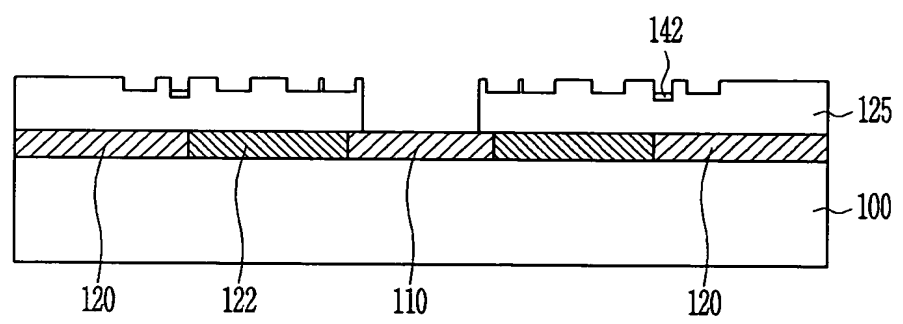
【도 8b】



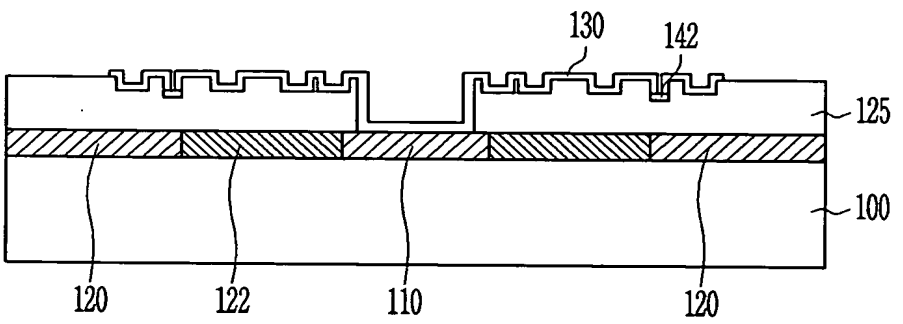
【도 8c】



【도 8d】

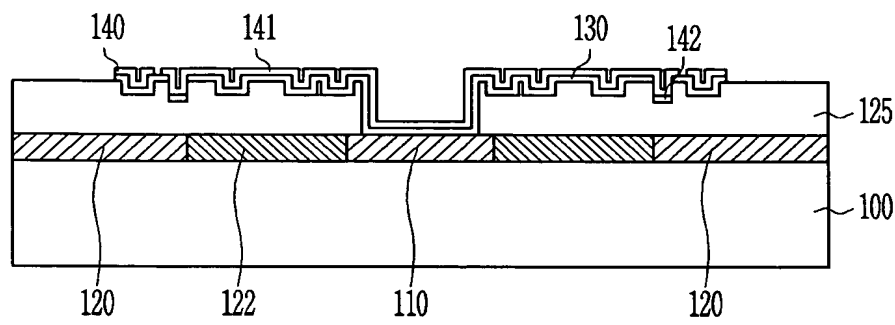


【도 8e】





【도 8f】



【도 8g】

